

平成10年電気学会全国大会

講演論文集

1998 NATIONAL CONVENTION RECORD I.E.E. JAPAN



[7]

送 配 電

S.31 クリーン・高効率を目指す未来型発電
技術

サージ・高電圧

S.32 最新の超高压ケーブル線路の技術動向

電力ケーブル

S.33 燃料電池を用いる分散電源の現状と課
題

エネルギー発生・変換

平成10年3月

定価 4,800円
(本体 4,571円)

1765 NAS電池システムによる風力発電変動補償方式の検討

天野 雅彦 吉川 敏文 荒木 一郎 (日立製作所)
鈴木 令淳 (日立エンジニアリングサービス)

Study on Power Fluctuation Compensation of Wind-Turbine Generators by NAS Battery Systems
Masahiko Amano, Toshifumi Yoshikawa, Ichiro Araki (Hitachi, Ltd.),
Yoshisumi Suzuki (Hitachi Engineering & Service Co., Ltd.)

1. はじめに

従来の二次電池に比べてエネルギー密度が高く長寿命であるNAS電池(ナトリウム-硫黄電池)の実用化検討が進められている[1-3]。電力貯蔵用としての負荷平準化やピーク負荷カットが主目的であるが、インバータ制御の高度化により、無効電力制御や高調波抑制、系統安定化など、多機能システムとしての活用も可能である[4]。この多機能型NAS電池システムを用いて風力発電の出力変動を補償する制御方式について検討した。

風力発電は、離島や系統末端などに設置されるケースが多く、起動や出力変動による系統の周波数・電圧の変動が問題となる場合がある。出力変動には風の変動に伴う長周期の変動と、羽の回転に伴う短周期の変動とがある。また起動時には定格の数倍の無効電流が流れ。

本稿では、まず風力出力の2種類の変動周期に対応した変動補償方式と、SVC機能による起動時の無効電力補償方式について述べる。次に計算機シミュレーションの結果、及び225kW風力発電機の実際の出力変動データをもとにNAS電池を用いて予備実験を行った結果を示す。

2. 風力変動補償方式

風力発電の出力変動には、風況の変化に伴う数秒から数十分周期のゆっくりした変動(長周期変動)と、羽の回転に伴う0.5~2秒周期の定常的な速い変動(短周期変動)とがある[2]。また、風力発電機が起動する際には、大きな突入電流(無効分)が流れ、系統電圧の低下をもたらす。突入電流の大きさは機種によって異なるが、定格電流の1~3倍程度と言われている。

NAS電池システムの応答が速ければ、変動分を検出してそれをキャンセルするように動かすことで補償が可能となる。先に報告した多機能型NAS電池システム[4]の試作装置では充放電指令に対する応答速度を約50msと設計しており、0.5秒周期の速い変動にも十分対応可能である。また、SVC(Static Var Compensator)機能も有しており、起動時には無効電力制御による変動抑制が可能である。

以上を考慮した変動補償制御のブロック図を図1に示す。出力変動については、短周期対応と長周期対応の2つに分割し、フィルタによりそれぞれの成分を取り出すように

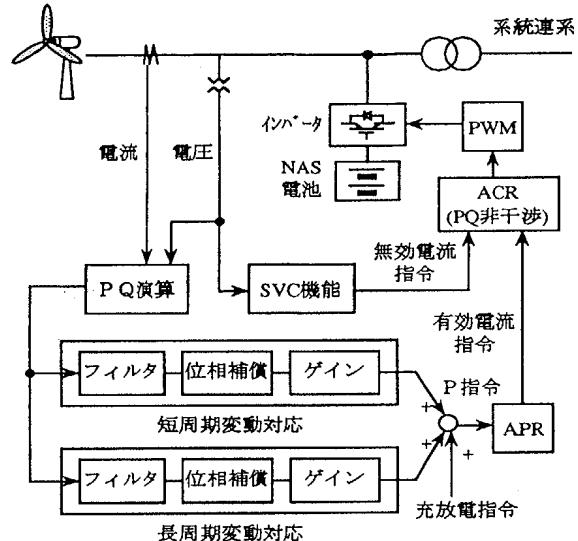


図1 風力変動補償制御方式

した。これは、NAS電池システムの容量や補償の目的に応じて、ゲインや位相などの制御パラメータを個別に設定するためである。たとえば、NAS電池システムの容量が風力定格に比べて小さい場合には、長周期変動を十分に吸収することができないため、長周期対応のゲインを小さく設定する。また、短周期対応では、NAS電池システムの応答遅れの影響が出るため、適切な位相補償をかけるようにする。

起動時の電圧変動補償については、SVC機能を活用する。風力出力端の電圧を取り込み、変動に応じて無効電力を出力する。ただし、起動時の無効電流は定格の数倍と非常に大きいため、NAS電池システムの容量を考慮して、適切な補償ゲインを設定する必要がある。

3. 変動補償のシミュレーション

上記の補償制御方式に対して、図2に示すような0.5秒、1.4秒、20秒周期の3種類の信号を合成した模擬変動出力を発生させ、シミュレーションで有効性を検証した。

NAS電池出力の応答特性(図1のP指令からNAS電池出力までの伝達関数)は、文献[4]の結果に基づき、時定数30msの一次遅れで模擬した。

NAS電池システムの容量は 25kW と仮定した。図 2 からわかるように、この容量では短周期振動は吸収できるが、長周期振動は十分に補償できない。

この変動に対して、短周期と長周期を分離せず、また位相補償も行わない場合のシミュレーション結果を図 3 に示す。位相補償がないため短周期の振動が残り、また長周期対応の補償成分が 25kW の出力限界にかかってしまう。

これに対して、図 1 のように短周期と長周期を分離して、短周期には適切な位相補償を施し、また長周期対応のゲインを小さくした場合を図 4 に示す。長周期の変動は残るが、短周期成分の変動抑制効果を向上させることができる。

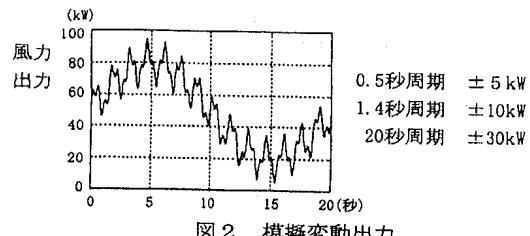


図 2 模擬変動出力

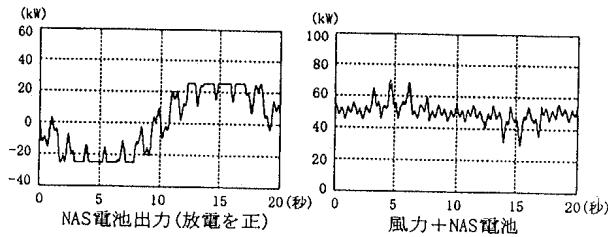


図 3 周期分離なし、位相補償なし

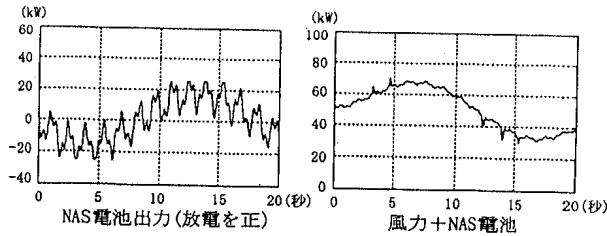


図 4 周期分離あり、位相補償あり

4. 予備実験結果

多機能型NAS電池システム試作装置(3kW)を用いて、変動補償の予備実験を行った。試作装置の外観を図 5 に示す。出力変動は日立市風神山の225kW風力発電機(表 1)の実測データを用いた。ただし、NAS電池の容量が 3kW と小さいため、系統には連系していない。

出力変動データの例を図 6 に示す。羽の回転に伴う 0.5 秒及び 1.5 秒周期の変動と、風の変動による約 30 秒周期の変動が現れている。このうち速い周期の変動は 20~35kW 程度の変動幅(定格の 10~15% 程度)で定常的に発生する。

実験の一例として、短周期振動分に対する補償制御を行っ



図 5 3kW NAS電池システムの外観

表 1 風力発電機仕様

形式: アップウインド	発電機: 誘導発電機
ブレード直径: 27m (3枚)	定格出力: 225 kW
ブレード材質: F R P	カットイン風速: 3.5 m/s
出力制御: ピッチ制御	定格風速: 14 m/s
風車回転速度: 30~40 rpm	カットアウト風速: 25 m/s

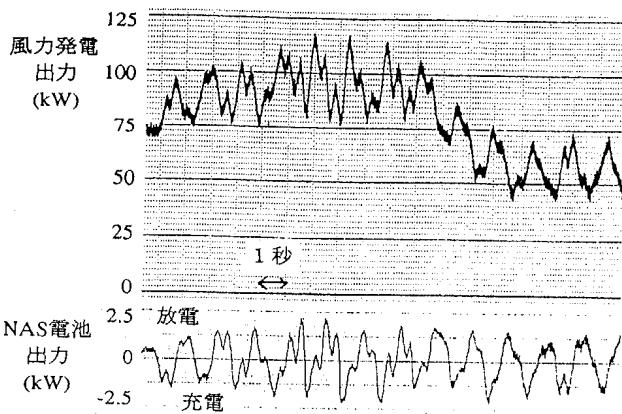


図 6 変動抑制試験の実測波形例

た結果を図 6 に示す。定常的な充放電指令は 0 である。0.5 秒及び 1.5 秒の変動周期に対して、十分に高速に応答し、充電・放電を繰り返している。また、位相のずれもほとんどなく良好な応答性が得られた。

5. おわりに

多機能型NAS電池システムを用いて、風力発電出力変動補償の基礎的な検討を行った。今後、12.5kW, 50kW と電池容量を順次増設し、補償機能試験を進める予定である。

文 献

- [1] 丸山ほか: 「50kWナトリウム-硫黄電池の長期運転特性」、電気学会電力エネルギー部門大会, No.352 (平 6)
- [2] 良知ほか: 「50kW NAS電池電力貯蔵システムの風力発電出力変動補償機能検証」、同上, No.222 (平 9)
- [3] 加瀬ほか: 「UPS 兼用 NAS電池システムの開発」、同上, No.237 (平 9)
- [4] 天野、吉川: 「多機能型 NAS電池電力貯蔵システムの基礎検討」、同上, No.236 (平 9)